Aus der Medizinischen Klinik der Martin-Luther-Universität Halle/S.
Stellvertr. Direktor: Doz. Dr. med. habil Grunke

Das Verhalten des respiratorischen Quotienten (RQ) bei Atmung atmosphärischer Luft und reinen Sauerstoffs.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Hanna Günther

aus Merseburg.

Würzburg 1936

Buchdruckerei Richard Mayr

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

Referent: Doz. Dr. med. Sylla.
Correferent: Geheimrat Prof. Dr. Abderhalden

Tag der mündlichen Prüfung: 25. 6. 1936.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544704_0072

Aus früheren Untersuchungen der Klinik über den respiratorischen Stoffwechsel hat sich ergeben, daß besonders bei Erkrankungen von Herz und Kreislauf, aber auch bei Störungen anderer Art, eine erhebliche Verschiedenheit des RQ-Wertes bei Atmung eines etwa der atmosphärischen Luft entsprechenden Sauerstoffgemisches und einer Atemluft mit einem O_2-Gehalt von 100% besteht. Es ergab sich, daß der RQ in diesen Fällen bei atmosphärischer Luft erheblich höher lag, als bei Atmung von reinem Sauerstoff, d. h. daß die Differenz zwischen CO_2-Abgabe und O_2-Aufnahm größer wurde.

Eine Ausnahme bilden nach diesen Ergebnissen Kranke mit Pulmonalvitien, besonders Stenosen, bei denen die Unterschiede so gering sind, daß sie nicht ins Gewicht fallen. Es ließ sich außerdem aus den angestellten Versuchen ersehen, daß das Atemminutenvolumen — d. i. die beim Ausatmen je Minute spirometrisch festgestellte Gasmenge — und das Atemaequivalent, das sich aus $\frac{\text{Atemminutenvolumen in ccm}}{O_2 \text{ Minutensollverbrauch in ccm} \times 10}$ ergibt, — in den meisten Fällen bei der Atmung atmosphärischer Luft höher liegt, als bei reinem Sauerstoff.

Es ist nun die Aufgabe dieser Arbeit zu klären, ob bei gesunden Versuchspersonen und bei anderen Kranken, bei denen keine Beeinträchtigung von Herz und Kreislauf vorliegt, sich ebenfalls solche Unterschiede ergeben.

Im Laufe der letzten 35 Jahre sind schon eine ganze Reihe von Versuchen über den RQ ausgeführt worden. Hier sollen nur wenige Arbeiten kurz Erwähnung finden.

Etwa um das Jahr 1900 wurden Untersuchungen über den RQ im Höhenklima angestellt. Galeotti fand eine Abnahme der Blutalkaleszenz, Mosso und Marro ein Absinken der CO_2-Spannung im Blute. Damit erfuhr der RQ zu Beginn des Hochgebirgsaufenthaltes eine Steigerung. Hierbei handelt es sich, wie die Verfasser betonen, natürlich nur um einen vorübergehenden Zustand, da sich im Blute nach einiger Zeit ein neues Gleichgewicht herstellt. Die pH-Konzentration im Blute bleibe anscheinend normal. Kollmer, Müller und Loewy machten außerdem die Beobachtung, daß es in manchen Fällen zu einer kompensatorischen Erniedrigung in tieferen Lagen oder entsprechend nach Jaquet und Staehelin zu einem weiteren Anstieg des RQ kommen könne.

Von Benedikt und Grafe wurden Versuche über die RQ-Werte im Hunger gemacht, und es zeigte sich, daß sie im großen und ganzen stets normal waren, d. h. sie schwankten um 0,7 herum. Nur in den ersten 4 Hungertagen ergaben sich etwas höhere Zahlen. Die Verfasser schließen daraus, daß danach eine Zuckerbildung aus Eiweiß wohl nicht in Frage käme. Der RQ bei Hyperthyreoidismus gibt darüber Aufschluß, und zwar bezüglich der N-freien Nahrungsstoffe, mit welchem Nährmaterial die oft gewaltige Grundumsatzsteigerung erfolgt. Aus den Untersuchungen ergab sich, daß der RQ im allgemeinen um 0,77 herum lag, daß sich also das Fett in größerem Umfange am Stoffwechsel beteiligt als beim Normalen. Da bei dem Basedowkranken meist eine relative Unterernährung besteht, hat er auch weniger Glykogenvorräte. Oft kann er durch die Nahrungszufuhr nicht den gesteigerten Verbrauch ausgleichen, sodaß er auf die Verbrennung des Fettes angewiesen ist.

Interessant sind die Versuche über den RQ beim Winterschlaf, die an Igel, Hamster, Haselmaus u. a. auch an Reptilien ,Amphibien und Avertebraten ausgeführt wurden. Weinland und Riehl und auch andere Autoren fanden sehr niedrige Werte. Es ergab sich dabei keine Zunahme des Glykogens beim Winterschläfer, sodaß — wie die Verfasser feststellen — eine Zuckerbildung aus Eiweiß oder Fett nicht in Frage kommt.

Ferner konnte Lindstedt durch Versuche an Fischen bei 3—4° zeigen, daß der niedrige RQ-Wert dadurch zu erklären ist, daß je nach dem Grade der Abkühlung höhere Mengen von Gasen absorbiert werden können, und zwar weit mehr Kohlensäure als Sauerstoff. Dies alles ist nach Grafe beweisend, daß auch im Hungerzustande keine Anomalien des intermediären Stoffwechsels stattfinden, sondern daß die niedrigen RQ-Werte wohl zum größten Teil durch die Kohlensäureanhäufung im Blute bedingt sind.

Die RQ-Werte bei manisch-depressivem Irresein waren nach den Arbeiten von Grafe stets normal. Auch bei Leukaemien (Murphy, Means) und Anaemien konnten, wie in einwandfreien Untersuchungen festgestellt wurde, keine Besonderheit der RQ-Werte gefunden werden (Meyer und Du Bois).

Von Fuchs und Roth liegen Ergebnisse über die Wirkung des Adrenalins auf den respiratorischen Stoffwechsel vor. Die Versuche wurden mit dem Zuntz-Geppert'schen Verfahren nach 13—14stündigem Hungern ausgeführt und zwar an zwei Individuen mit normaler Nebennierenfunktion und an einem Kranken mit Morbus Addisonii. Es wurde zuerst ohne vorherige Adrenalingabe, und danach nach Zufuhr von 1 mg Adrenalin untersucht. Man fand, daß bei den Nebennierengesunden die Atemzahl nach Adrenalininjektion sowie das Atemminutenvolumen stärker zunahmen, als beim Nierenkranken. Der RQ stieg bei dem Addisonkranken stärker an,

als bei den beiden anderen Fällen, was nicht auf die gesteigerte Muskeltätigkeit zurückzuführen ist, da ja die Atemzahl in diesem Falle kaum zunimmt, während bei den beiden anderen keine Erhöhung des RQ trotz der starken Steigerung der Atemfrequenz zu bemerken ist. Die Autoren ziehen daraus die Folgerung, daß Adrenalin eine Steigerung der Zuckerverbrennung bewirkt. Die Erscheinung, daß der RQ beim Kranken mit Morbus Addisonii viel stärker beeinflußt wird, erklären sie damit, daß das injizierte Adrenalin im Verhältnis zu der im Körper kreisenden Adrenalinmenge eine größere Zunahme darstelle, als beim Menschen mit gesunden Nebennieren.

Aehnliche Untersuchungen erschienen von Bernstein und Falta, die die RQ-Werte nach Injektion von Adrenalin, Pituitrinum infundibulare und Pituitrinum glandulare bestimmten.

Die Versuche wurden ebenfalls mit dem Zuntz-Geppert'schen Apparat, 13—14 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme, an teils normalen Personen, teils Kranken mit Akromegalie oder leichter Hyperthyreose gemacht, und zwar wurde zuerst der Nüchternwert bestimmt, dann die Substanz injiziert und nun in verschiedenen Zeitabständen der Gaswechsel kontrolliert. Es zeigte sich, daß nach Adrenalininjektion der RQ zunächst stieg und nach etwa 10 Minuten den Anfangswert wieder erreichte. Die Verfasser zogen daraus den Schluß, daß Adrenalin die Kohlehydratverbrennung und die Wärmeproduktion steigert.

Nach intramuskulärer Injektion von 2—3 ccm Pituitrinum infundibulare blieb der RQ unverändert, manchmal stieg er in den ersten Minuten etwas an. Folgerung: Pituitrinum infundibulare erhöht die Wärmeproduktion und hat keine Wirkung auf den Kohlehydratstoffwechsel. Die intramuskuläre Injektion von Pituitrinum glandulare bringt den RQ zunächst zum gewaltigen Ansteigen, um ihn schließlich durch rascheres Sinken der CO_2-Bildung wieder fast normal werden zu lassen. Man schloß daraus, daß Pituitrinum glandulare die Wärmeproduktion einschränkt und die Kohlehydratverbrennung erhöht.

Von Schloßmann und Murschhauser liegen Arbeiten über den Einfluß der vorangegangenen Ernährung auf den Stoffwechsel im Hunger vor. Sie stellten Versuche an Hunden an und ernährten diese einseitig längere Zeit entweder mit Fett oder Reis oder nur mit Eiweiß und stellten nach 24stündigem Hungern den respiratorischen Stoffwechsel fest. Dabei ergab sich, daß der RQ des mit Fett ernährten Hundes zwischen 0,656 und 0,726 lag, beim mit Reis gefütterten Tier zwischen 0,796 und 0,892; beim Eiweißhunde lagen die Werte in der Mitte. Die Verfasser bezeichnen diese Ergebnisse als Anpassungsvorgänge auf die einseitige Kost. Sie dehnten die Versuche noch weiter aus und ließen die Tiere für

längere Zeit, etwa 16 Tage, hungern, um festzustellen, ob auch nach dieser Zeit noch eine Beeinflussung durch die vorangegangene Ernährung zu bemerken ist. Sie fanden, daß auch nach dieser Hungerperiode die RQ des Fetthundes niedriger waren, als die des Kohlehydrat- und Eiweißhundes. Die Autoren glaubten, durch die Art der Ernährung über längere Zeit hinaus, in der die Bestandteile der Nahrung direkt auf den RQ einwirken, den Körper an höhere Fett- oder Glykogenzerlegung gewöhnen zu können. Im Gegensatz zu diesen Untersuchungen steht die Auffassung von Rolly, der sich ebenfalls die Frage vorlegte, inwiefern eine vorangegangene einseitige Ernährung eine Einwirkung auf den Stoffwechsel im Nüchtern- und Hungerzustande habe. Seine gleichfalls an Hunden angestellten Versuche führten zu dem Schluß, daß durch die Art der Fütterung nur in den ersten Versuchstagen eine Beeinflussung des RQ stattfände, daß dann aber die Zahlen immer über dem Wert der reinen Fettverbrennung lägen.

Krzywanek beobachtete in Versuchen an Hunden den respiratorischen Gaswechsel nach Injektion von Glykokoll und Alanin. Er stellte eine Erhöhung des RQ fest. Es handelt sich dabei also um eine ziemlich erhebliche Verschiebung der Verbrennungsvorgänge im Körper. Der Verfasser läßt die Frage, ob diese Verschiebung durch eine Verbrennung der injizierten Aminosäuren direkt oder durch eine Erhöhung des Blutzuckerspiegels durch die Infusion und Verbrennung dieses überschüssigen Zuckers zustande kommt, offen. Weitere Arbeiten anderer Autoren lassen diese Annahme nicht unwahrscheinlich erscheinen.

Interessante Versuche wurden von Knipping am nüchternen Menschen im Benedikt'schen Respirationsapparat angestellt, und zwar untersuchte er den RQ bei geistiger Arbeit, d. h. er ließ während des Versuches Kopfrechnen oder eine philosophische Lektüre lesen. Er fand, daß der RQ zu Beginn der geistigen Arbeit anstieg, und während der Ausführung der Aufgabe wieder sank. Es wurden also im Anfang der geistigen Arbeit große Mengen CO_2 ausgeschieden, und zwar ist diese vermehrte CO_2-Abgabe keine Folge der Aenderung der Atemgröße, denn diese nimmt sogar bei der geistigen Arbeit ab. Vielmehr glaubt Knipping, daß während der geistigen Anstrengung eine Säure ins Blut tritt, welche die CO_2 austreibt. Um diese Annahme zu festigen, entnahm er von 5 Versuchspersonen vor und während der geistigen Arbeit aus der Armvene 20—60 ccm Blut und bestimmte im enteiweißten Plasma die unorganische Phosphorsäure und fand in allen 5 Fällen eine erhebliche Zunahme der H_3PO_4.

Ueber den RQ im Verlaufe des Schocks liegen Arbeiten von Waele vor, der Kaninchen und Hunde als Versuchstiere verwandte. Er stellte seine Beobachtungen nur während der vaskulären

Phase des Schocks an und fand eine Steigerung des respiratorischen Gaswechsels nach vorübergehender Herabsetzung, d. h. der O_2-Verbrauch wuchs stärker als die CO_2-Ausscheidung. Der RQ nahm ab, die Eiweißverbrennung wurde gesteigert. Eine Stoffwechselerhöhung sei bei jeder parenteralen Proteingabe vorhanden, doch entwickele sie sich dabei langsam, im Schock dagegen sehr schnell.

Dautrebande fand, daß bei normalen Personen, wie auch bei Kranken mit Hyperthyreoidismus, der RQ der Ausatmungsluft und der Wert, der bei Berücksichtigung der Verbrennung der Eiweißkörper, d. h. der N-Ausscheidung im Urin, errechnet wird, praktisch derselbe bleibt; es zeigte sich zwischen beiden Werten nur ein Unterschied von 0,009. Beim Diabetiker mit Störungen auch im Eiweißstoffwechsel dagegen, wies er beträchtliche Unterschiede, im Mittel 0,064, nach. Daneben stellte er fest, daß der RQ beim Diabetiker ein sehr niedriger ist, das er zum Teil auf die Schwierigkeit beim Diabetiker, die Kohlehydrate zu verbrennen, zurückführt. Er gab den Diabetikern Glykose und sah, daß der RQ niedrig blieb, während er sich beim Gesunden 1 näherte. Nach ihm liegt der Wert bei Hyperthyreodismus in der Mitte zwischen dem der Normalen und der Diabetiker.

Außerdem untersuchte Dautrebande den Einfluß von Alkalose und Azidose auf den RQ. Er stellte fest, daß bei Alkalose durch willkürliche Hyperventilation der RQ erheblich stieg (von 0,887 auf 1,68), um dann während der periodischen Atmung bis auf 0,65 zu sinken. Beim Einatmen von CO_2-haltiger Luft sank er von 0,80 auf 0,56. Ferner rief der Verfasser künstliche Alkalose durch Injektion von 20 g alkalischem Natriumphosphat und durch Histamin, das die HCl-Sekretion des Magens fördert, hervor und fand ebenfalls ein Sinken der RQ-Werte. Ebenso bewirkt das Insulin bei diabetischer Azidose eine starke Abnahme des RQ. Durch starke Muskeltätigkeit (Azidose) wird er gesteigert, um dann unter den Anfangswert zu sinken. Bei Dekompensation des Atemzentrums, d. h. wenn dieses nicht mehr auf die gewöhnlichen Reize anspricht, z. B. wenn ein Tuberkulöser in die Periode der Agonie kommt, stellte er ein Sinken des RQ fest. Das gleiche gilt für den Emphysematiker, der große Mengen von Kohlensäure vertragen kann. Es kann dann zu einer Schwächung des Atemzentrums und einer Anhäufung der Kohlensäure im Blut kommen: der RQ wird niedriger.

Bierring wies nach, daß der Anstieg des RQ bei der Arbeit von der Größe des Kohlehydratdepots im Körper abhängt, und daß der Arbeitsumsatz bei der Fettverbrennung etwa 8% größer für die Arbeitseinheit ist als bei der Kohlehydratverbrennung.

Wie schon anfangs erwähnt, wurden an der hiesigen Klinik Untersuchungen an Herzkranken zur Feststellung des Sauerstoffdefizits

gemacht. Aus den Arbeiten von Sylla ist ersichtlich, daß sich erhebliche Unterschiede nicht nur des RQ, sondern auch der Atemminutenvolumina und der Atemaequivalente bei Atmung von reinem Sauerstoff einerseits und atmosphärischer Luft andererseits fanden. Da die Frage, ob sich solche Abweichungen auch bei normalen, gesunden Individuen finden, bisher nicht geklärt war, haben wir jetzt dahingehende Untersuchungen durchgeführt.

Zu den Versuchen benutzten wir den Knipping'schen Respirationsapparat und ließen verschiedene Sauerstoffkonzentrationen atmen. Zuerst atmosphärische Luft, d. h. mit einem Sauerstoffgehalt von 21%, dann ein 50%iges, 75%iges Sauerstoffgemisch und zuletzt reinen Sauerstoff. Zur Vorbereitung für den Versuch blieben die Versuchspersonen 10—12 Stunden nüchtern. Eine besondere diätetische Vorbereitung führten wir nicht durch, da es uns ja nicht auf den Grundumsatz, sondern auf den RQ bei Atmung wechselnder O_2-Konzentrationen ankam. Wir ließen die Versuchspersonen vor dem Versuch eine Stunde streng ruhen, um die bei körperlicher Arbeit erhöhte Sauerstoffaufnahme auszuschalten. Die Dauer des Versuches war zunächst 10 Minuten. Da aber manche der Versuchspersonen bei Atmung atmosphärischer Luft in den letzten Minuten gelegentlich unter einer, wenn auch nur geringen Dyspnoe zu leiden hatten, gingen wir in einer Reihe von Fällen auf 5 Minuten je Versuch zurück. Da die Unterschiede der RQ-Werte bei 50 und 75%igem Sauerstoff einerseits unerheblich waren, andererseits keine einheitlichen Werte brachten, vereinfachten wir die Versuche und ließen nur noch atmosphärische Luft und reinen Sauerstoff atmen. Von Wichtigkeit ist, daß vor dem Versuch eine Atemübung am Apparat vorgenommen wird, da die Menschen häufig infolge der veränderten Atembedingungen — zugeklemmte Nase, Atmung durch ein Mundstück — zuerst an einem Gefühl der Dyspnoe leiden. Es kommt dann zur Hyperventilation, d. h. es wird mehr CO_2 ausgeschieden als O_2 aufgenommen, der RQ fällt zu hoch aus. Deshalb ist eine Gewöhnung an den Apparat in einem Vorversuch unbedingt erforderlich.

Von einer gewissen Bedeutung ist, wenn vielleicht auch nicht bei normalen Menschen, so doch bei Herzkranken, daß mit der Atmung atmosphärischer Luft begonnen, und erst im 2. Versuch reiner Sauerstoff geatmet wird. Es besteht durchaus die Möglichkeit, daß Kranke mit Herz- oder Kreislaufstörungen ein bestehendes O_2-Defizit ausgleichen, d. h. im Verhältnis zuviel O_2 einatmen, und dann keine Unterschiede der RQ-Werte beim Vergleich beider Versuche mehr aufweisen. Bei gesunden Individuen spielt diese Anordnung, wie schon oben erwähnt, und wie wir in mehreren Versuchen auch feststellen konnten, keine erhebliche Rolle, d. h. es ergaben sich keine nennenswerten Unterschiede der RQ-Werte.

Im Anfang unserer Versuche ließen wir zuerst reinen Sauerstoff, dann ein Gemisch von 75%igem, 50%igem Sauerstoff und zum Schluß atmosphärische Luft atmen.

Bei den 3 letzten Versuchen ersetzten wir fortlaufend den jeweils verbrauchten Sauerstoff aus einer Bombe, die an eine Gasuhr angeschlossen war, damit der Sauerstoffpartialdruck während des Versuches immer dem der jeweilig gewünschten Konzentration entsprach und konnten so den Sauerstoffverbrauch leicht feststellen. Die aus dem Spirometer des Knipping'schen Apparates verbrauchte O_2-Menge wurde also immer wieder aufgefüllt; die an der Trommel aufgezeichnete Respirationskurve mußte zum Zeichen, daß eine genügende Menge Sauerstoff zugelassen wurde, auf einer Horizontalen verlaufen. Da wir bei dieser Versuchsanordnung keine wesentlichen Unterschiede im Verhalten der RQ feststellen konnten, und da wir glaubten, die Ursache dafür läge in einer Sättigung der Lungen mit Sauerstoff, begannen wir in weiteren Versuchen zuerst mit atmosphärischer Luft, dann mit einem Luftgemisch von 50%igem, 75%igem O_2 und ließen erst zuletzt reinen Sauerstoff atmen.

Nicht alle Personen sind brauchbar für diese Versuche. Fehler, die oft anzutreffen sind, sind: 1. die zu tiefe und langsame, 2. die zu schnelle, oberflächliche Atmung und 3. beide kombiniert. Vorbedingung für einwandfreie Ergebnisse ist eine ruhige, regelmäßige Atmung. Bei Kranken mit Herz- oder Kreislaufstörungen ergaben sich, wie auch aus den Kurven früherer in der Klinik angestellter Versuche ersichtlich ist, bei Atmung atmosphärischer Luft sehr häufig Schwierigkeiten. Da eine Verminderung der O_2-Zufuhr bei unserer Versuchsanordnung nicht zu erwarten ist, dürfte die zunehmende Dyspnoe auf die veränderten Atembedingungen, also auf vorwiegend psychische Einflüsse zurückzuführen sein.

Wir errechneten bei allen Versuchen nicht nur den RQ, der sich aus $\frac{CO_2}{O_2}$ ergibt, sondern auch die Atemminutenvolumina, die Atemaequivalente, die Atemfrequenz und den Grundumsatz, wobei neben dem RQ wieder besonders die Unterschiede der Atemminutenvolumina und der Atemaequivalente interessierten.

Es folgt nun eine Zusammenstellung von Ergebnissen aus früheren Untersuchungen der Klinik an Patienten mit Herz- oder Kreislaufstörungen.

Unter Luft ist ein O_2-Gemisch von rund 21% und bei 100% reiner Sauerstoff zu verstehen.

A.M.V. = Atemminutenvolumen
A.Aequiv. = Atemäquivalent.
A.Fr. = Atemfrequenz.

Tabelle 1:

L. N.	Name	Alter	Diagnose	RQ.		A. M. V.		A. Aequiv		Grundumsatz		A. Fr.		O_2 Defizit
				Luft	100% O_2	Luft	100% O_2	Luft	100% O_2	Luft	100% O_2	Luft	100% O_2	
										%	%			%
1.	Pie., Ida	38	Komb. kompl. Mitral- u. Aortenvitium	1,170	0,801	15810	10050	8,612	5,479	+72,42	+54,3	27	27	− 6,0
2.	Vik., Marg.	58	Dekomp. Vitium, Vorhofsflimmern	0,964	0,645	10820	8510	6,301	4,956	+43,6	+36,9	29	27	kein
3.	Ho., Lui.	50	Kombin. kompl. dekomp. Vitium	0,929	0,720	7450	7510	5,011	3,841	+18,5	+21,3	29	22	−8,74
4.	Zes., Martha	34	Mitralvitium	1,373	0,966	8970	7660	4,856	4,147	+16,6	+20,5	23	17	−7,84
5.	Wi., Berta	56	Mitralvitium, Struma	1,023	0,703	10800	5130	6,065	2,822	+64,6	+73,6	19	16	−10,61
6.	Wa., Emma	38	Komb. Mitralvitium	1,013	0,751	4760	4070	2,622	2,285	+23,0	+ 1,9	15	16	−8,74
7.	Av., Marta	54	Dekomp. Hypertonie	1,018	0,753	8180	6410	4,200	3,291	+42,4	+38,4	11	11	kein
8.	Bi., Anna	48	Myodegeneratio	0,927	0,609	9010	5140	5,015	2,861	+56,2	+56,1	24	19	−3,75
9.	Kor., Chal.	26	Kombin. Mitralvitium Komb. Mitralvitium,	1,115	0,839	5630	4960	3,247	2,860	−1,55	+10,6	18	24	−14,95
10.	Ring., Lina	26	Vorhofsflimmern	0,949	0,858	10320	5230	5,941	3,791	+37,3	+ 4,2	26	15	kein
11.	Klau., Fr.	74	Herznifarkt	0,814	0,696	8860	6390	4,261	3,073	+ 4,9	+10,9	16	12	−16,28
12.	Stei., Eli.	47	Aorten- u. Mitralvitium	0,941	0,776	9420	7880	4,933	4,127	+1,21	+18,8	16	17	−11,94
13.	Wa., Ida	44	Mitralvitium	1,086	0,757	7010	5330	3,409	2,591	+ 4,3	+ 9,7	14	12	−6,64
14.	Schu., Mar.	56	Myodegeneratio	1,027	0,674	9710	8000	5,351	4,408	+40,3	+43,0	19	19	−7,67
15.	Ba., Hein.	51	Vitium, dekomp.	1,012	0,525	5030	3950	2,834	2,225	± 0	+39,2	26	24	−32,99
16.	Kn., Elsa	32	Cor bovinum	1,079	0,887	11930	9890	6,037	5,005	+18,5	+18,1	28	26	−1,92
17.	Hen. Berta	52	Dekomp. Hypertonie Komb. Mitralvitium	1,084	0,779	9990	4900	5,632	2,763	+17,8	+10,3	28	22	kein
18.	Ba., Min.	41	Endocarditis	0,904	0,762	11940	8530	6,092	4,352	+69,9	+61,7	15	12	kein
19.	Schm., Fr.	28	Mitralvitium	1,035	0,881	7620	5940	3,856	3,006	+64,6	+32,7	24	20	kein
20.	West., Ger.	17	Kombin. Mitralvitium	0,975	0,889	5990	5160	3,293	2,837	+11,6	+14,7	21	19	−4,27
21.	Bic., Lina	40	Kombin. Mitralvitium Dekomp. Hypertonie	0,991	0,761	6060	5210	3,469	2,982	+ 8,6	+ 4,3	15	14	−1,44
22.	Mu., Anna	64	Vorhofsflimmern	1,098	0,716	9200	6560	5,343	3,809	+10,9	+28,4	16	14	−20,45
23.	La., Hed.	61	Vitium Polycythaemie	0,996	0,804	6870	5400	4,272	3,358	+48,0	+55,4	18	23	kein
24.	Hab., Fr.	49	Kreislaufinsuffiziens	0,993	0,698	6910	6070	3,031	2,662	+49,3	+42,0	18	20	kein

Besonders fallen die bei allen Kranken vorhandenen erheblichen Unterschiede der RQ-Werte auf, die bei Atmung atmosphärischer Luft bedeutend höher liegen — in vielen Fällen über 1 — als bei 100%igem O_2, d. h. es besteht eine große Differenz zwischen O_2-Aufnahme und CO_2-Abgabe. Aber nicht nur die RQ zeigen eine Verschiedenheit, sondern auch die Atemminutenvolumina. Wie schon in früheren Arbeiten von Sylla festgestellt wurde, und wie aus dem Vergleich der Atemfrequenzen, die in den meisten Fällen nur geringe Unterschiede aufweisen, ersichtlich ist, handelt es sich dabei im allgemeinen um eine Verminderung der Atemtiefe bei Sauerstoffatmung. Sichere Vergleichswerte ergeben die Atemaequivalente, die auf den Sollsauerstoffverbrauch bezogen werden, der aus Alter, Größe, Gewicht leicht zu errechnen ist. Es zeigt sich, daß auch diese bei Luftatmung erheblich höher liegen als bei reiner O_2-Atmung. Nach Anthony liegen die Werte für die Atemaequivalente zwischen 2,0—4,5, nach Knipping zwischen 1,8 bis 3,0. Wir fanden bei normalen Personen Werte, die bei O_2-Atmung etwa zwischen 2,2 und 3,7 lagen, bei atmosphärischer Luft zwischen 1,9 und 3,6. Auf diese Befunde wird später noch näher eingegangen werden.

In der Tabelle II sind einige Fälle mit Thyreotoxikosen aufgeführt.

Aus dieser Aufstellung ist ersichtlich, daß die RQ sich im wesentlichen genau so verhalten wie bei Kranken mit Herz- oder Kreislaufstörungen. Es ist jedoch der Unterschied in einzelnen Fällen bei Thyreotoxikosen, wie z. B. aus Nr. 2 und 4 zu ersehen ist, nicht so hochgradig wie bei den Herzkranken. Offenbar handelt es sich dabei um Kranke, bei denen eine ausgesprochene Störung des Herzens oder des Kreislaufes nicht vorliegt. Desgleichen sind die Ergebnisse der Atemminutenvolumina etwas anders, d. h. sie zeigen in der Mehrzahl der Fälle geringere Verschiedenheiten, ja in Versuch 4 ist das Atemminutenvolumen bei atmosphärischer Luft sogar um einiges geringer als bei Atmung von reinem Sauerstoff. Die Differenz in diesem wie auch in Fall 1 liegt wohl in der erheblichen Verschiedenheit der Atemfrequenzen; so wurden bei letzterem bei Atmung atmosphärischer Luft 25, bei Sauerstoffatmung nur 18 Atemzüge in der Minute gezählt. Auch die Atemaequivalente zeigen entsprechend geringere Unterschiede. Eindeutig sind also bei Thyreotoxikosen die Ergebnisse nicht. Manche erheblichen Unterschiede scheinen einfach durch die Ueberventilation der an sich sehr aufgeregten Kranken zu erklären zu sein.

Es folgen in Tabelle III noch einige Ergebnisse, die an Kranken mit anderen Störungen, ohne Beeinträchtigung von Herz und Kreislauf gefunden wurden:

Tabelle II.

Thyreotoxikosen

Lfd. Nr.	Name	Alter	RQ		A. M. V.		A. Aequiv		G. U.		A. Fr.	
			Luft	100% O_2	Luft	100% O_2	Luft	100% O_2	Luft	100% O_2	Luft	100% O_2
1.	Schm., Irm.	39	1,233	0,739	20 020	7 400	13,350	3,797	+ 83,9	+ 77,6	25	18
2.	Rei., Min.	40	0,949	0,845	9 990	9 620	5,197	5,004	+ 46,0	+ 44,2	20	21
3.	Kna., Gert.	22	0,913	0,766	10 700	7 760	5,658	4,103	+ 83,9	+ 72,3	22	21
4.	Schwa., Hild.	27	0,859	0,750	8 300	9 090	4,437	4,814	+ 64,4	+ 69,3	23	27
5.	Ot., Minn.	49	1,133	0,838	8 750	7 040	5,071	4,055	+ 44,9	+ 75 2	18	16

Tabelle III.

Lfd. Nr.	Name	Alter	Diagnose	RQ		A. M. V.		A. Aequi.	
				Luft	100% O_2	Luft	100% O_2	Luft	100% O_2
1.	Su., Hedw.	28	Ulcus	1.058	0,784	6820	3190	3,968	1,856
2.	Fürb., Lisb.	25	Ulcus	1.173	0,978	4690	4090	2,444	2,131
3.	Fl., Toni	25	Magenkatarrh	1.299	0,962	11600	8890	5,690	4,568
4.	Fahl., Herr.	13	Diab. mell.	0.941	0,678	9240	7300	4,250	3,358
5.	Heu., Ger.	51	Diab. mell.	0.856	0,714	10970	8520	5,385	4,183
6.	Kle., Elise	19	Myxoedem	1.056	2,908	5880	5160	2,864	2,548

Auch in diesen Fällen zeigt sich ein unterschiedliches Verhalten der RQ-Werte sowohl bei Ulcus und anderen Magenerkrankungen, als auch bei Diabetes mellitus und Myxoedem. Wir finden auch hier, ebenso wie bei den Kranken mit Herz- und Kreislaufstörungen, erhebliche Verschiedenheiten der Atemminutenvolumina und der Atemaequivalente, ohne indessen sicher eine Störung der Respiration annehmen zu können. Die höheren Atemminutenvolumina und Atemaequivalente bei Atmung atmosphärischer Luft sprechen für eine einfache Ueberventalation, die nach Sylla zu erhöhter CO_2-Ausscheidung und damit zu einem größeren RQ führt.

Im Fall 2 fand sich, wie wir besonders betonen müssen, trotz einwandfreier Atmung ein deutlicher RQ-Unterschied. Die Differenzen bei den 2 Zuckerkranken sind nur schwer zu deuten. Teils mögen es psychische Einflüsse gewesen sein, die eine Ueberventilation bei Atmung atmosphärischer Luft zur Folge hatten, teils mögen auch tatsächliche Störungen von Seiten der Stoffwechselkrankheiten vorgelegen haben.

Folgende Ergebnisse fanden wir bei Untersuchung von gesunden Personen. (Tabelle IV.)

Bei der zunächst oberflächlichen Betrachtung der Ergebnisse, schienen Differenzen zwischen den RQ-Werten von atmosphärischer Luft und Sauerstoff vorhanden zu sein. Etwa 35 Fälle untersuchten wir nach der oben erwähnten Versuchsanordnung. Bei der genauen Besichtigung der Respirationskurven konnten wir uns überzeugen, daß in allen Fällen von unregelmäßiger, hyperventilierender Atmung Unterschiede der RQ-Werte festzustellen waren, und zwar zeigte sich bei atmosphärischer Luft eine deutliche Erhöhung und als Folge davon eine Grundumsatzsteigerung, die natürlich in Wirklichkeit nicht vorhanden war. Ebenso erwiesen sich die Atemminutenvolumina bei Hyperventilation als sehr groß, was wohl zum größten Teil auf die Muskelarbeit bei der angestrengten Atmung zurückzuführen ist, es sich also weniger um einen Ruhe- als um einen Arbeitsumsatz handelt.

Wie schon von Sylla in früheren Arbeiten der Klinik über das große Atemminutenvolumen festgestellt wurde, kommen solche Ueberventilationen als Folge von Blutazidosen zustande, z. B. im Coma diabeticum, hepaticum und uraemicum. Es finden sich dann sehr große Atemminutenvolumina und große RQ, besonders auch dann, wenn eine Nierenschädigung besteht, sodaß der Organismus die Säure auf anderem Wege, also hier durch die Atmung, ausscheiden muß. Wie überhaupt die Atmung sehr fein auf geringe H-Ionenverschiebungen im Blute reagiert; z. B. nimmt bei Säurevergiftungen oder auch nur bei Arbeit die Atmung sofort zu.

In vorliegender Tabelle sind nur Versuchspersonen mit einwandfreier, ruhiger Atmung aufgeführt, und es ist aus dieser Aufstellung

Tabelle IV:

Lfd. Nr.	Name	Alter	RQ		Atemminutenvol.		Atemaequivalent		Grundumsatz		Atemfrequenz	
			Luft	100% O_2	Luft	100% O_2	Luft	100% O_2	Luft	100% O_2	Luft	100% O_2
									%	%		
1	Schür., Fritz	26	0,959	0,994	6810	6850	3,298	3,317	+24,59	+17,14	18	18
2	Lau., Rudolf	14	1,045	0,961	8330	8060	3,475	3,362	+ 9,09	+10,44	21	22
3	Wu., Else	28	0,888	0,869	7180	6190	3,660	2,313	+17,23	+14,34	15	14
4	Hub., Hermann	37	0,927	0,877	7780	6540	4,476	3,762	+ 8,63	+10,74	24	23
5	Op., Werner	17	0,978	0,968	7390	5880	3,063	2,438	+ 8,68	+ 7,33	20	18
6	Kin., Martha	32	0,848	0,865	6450	6530	3,501	2,545	+39,86	+39,09	20	21
7	Ger. Anna	41	0,996	1,035	5120	5190	2,771	2,808	+49,90	+25,32	15	16
8	Schmi., Heinz	17	1,112	1,117	8330	6770	3,141	2,553	+13,90	+ 6,42	19	16
9	Fr., Helmut	50	0,977	0,917	5590	5620	2,722	2,736	+22,24	+20,59	20	21
10	Pan., Hermann	27	0,912	0,953	6380	6420	2,356	2,371	+ 8,83	+11,18	20	21
11	Fri., Gerhard	20	1,118	1,109	7200	7610	3,056	3,230	+ 8,76	+15,19	16	15
12	Gu., Hanna	24	0,778	0,864	4410	5010	2,366	2,688	+ 6,82	+ 2,23	14	15
13	Wi., Auguste	23	1,033	1,179	4960	4660	2,663	2,502	+ 9,13	+ 8,83	14	16
14	Kr. Fritz	30	0,950	0,960	5070	6040	1,924	2,287	+ 9,66	+ 4,24	12	13
15	Kurk, Erich	24	1,027	1,041	6180	5930	2,650	2,543	+19,51	+14,83	12	12
16	Schrö.,Waldtraut	20	0,938	0,984	4820	6230	2,513	3,284	+39,37	+38,42	13	16
17	An., Ilse	33	0,821	0,878	3860	3870	2,109	2,115	+27,28	+18,68	11	10
18	Bär., Ida	24	0,971	0,906	5040	4910	2,930	2,769	+ 7,57	+ 3,03	11	18
19	Ed., Martha	46	0,965	0,924	4210	4100	2,434	2,370	+ 8,42	+ 5,48	14	13
20	Rei., Emma	59	0,941	0,950	4510	4930	2,517	2,817	+10,91	+14,8	16	16

ersichtlich, daß sich in keinem der 20 Fälle ein Unterschied der RQ-Werte zwischen Atmung atmosphärischer Luft und reinem Sauerstoff über 0,1 ergibt, ja in über der Hälfte der Untersuchungen liegen die Differenzen unter 0,05. Auch beim Vergleich der Atemaequivalente und der Atemminutenvolumina läßt sich eine Erhöhung der Zahlen bei atmosphärischer Luft nicht zeigen. In allen Fällen, in denen ein etwas größerer Unterschied gefunden wurde, handelt es sich, wie aus der Tabelle der Atemfrequenzen hervorgeht, um eine geringe Zunahme bzw. Abnahme der Atemzüge je Minute, z. B. Nr. 5, 8, 16. Dasselbe gilt für die Atemaequivalente. Die Grundumsatzerhöhungen, die in einigen Fällen vorhanden sind, haben insofern keine große Bedeutung, da wir aus technischen Gründen eine Anzahl der Versuche nur am Nachmittag durchführen konnten, und somit nur eine etwa 8stündige Nüchternheit bestand.

Auffällig sind die unzweifelhaft im allgemeinen sehr hohen RQ-Werte. Das kann verschiedene Ursache haben. Erstens konnte eine über bestimmte Zeit durchgeführte gleichmäßige Diät nicht verabfolgt werden, und zweitens war die Nüchternheit in den meisten Fällen etwas zu kurz. Ob die etwa beim Frühstück genossenen Kohlehydrate auf den RQ erhöhend wirkten, scheint nicht sehr wahrscheinlich, ist aber auch nicht ganz auszuschließen.

Wie die kurze Uebersicht des Schrifttums zeigt, kann der RQ durch Verschiedenes beeinflußt werden. Da in unseren Fällen die Werte anscheinend zu hoch liegen, mußte ein Ueberwiegen der Kohlehydratverbrennung ursächlich in Betracht gezogen werden. Das mag besonders in den Fällen mit einem RQ über 1 eine Rolle spielen. Wir müssen jedoch neben der noch nicht genügend abgeklungenen Kohlehydratwirkung auch der ungenügenden vorherigen Ruhe Schuld geben. Die Versuchspersonen mußten vor dem Versuch zwar mindestens 1 Stunde fest liegen, doch scheint diese Zeit nicht ausreichend zu sein, wenn man bezüglich der Durchschnittshöhe einwandfreie RQ-Werte erzielen will. Für unsere Untersuchungen konnte dieser Fehler jedoch in Kauf genommen werden, da die Fragestellung eine andere war, und die Ergebnisse zeigen, daß in einigen Fällen, z. B. Nr. 14 und 15 (Tab. IV), bei denen die Versuche nach 12stündiger Nüchternheit und Ruhe durchgeführt wurden, trotzdem sehr hohe RQ-Werte vorhanden sind.

Besprechung der Gesamtergebnisse: Aus der Zusammenstellung der Untersuchungen (Tabelle IV) an gesunden Versuchspersonen ist zu ersehen, daß weder die RQ, noch die Atemminutenvolumina und die Atemaequivalente bei Atmung atmosphärischer Luft eine erhebliche Aenderung erfahren, eine größere CO_2-Ausscheidung bzw. O_2-Aufnahme also nicht stattfindet. Auch sind im wesentlichen die Atemfrequenzen in beiden Versuchen die gleichen. Voraussetzung für diese Ergebnisse war, wie schon be-

tont, eine einwandfreie, ruhige und gleichmäßige Atmung. In einer Reihe von Untersuchungen an gesunden Personen, die infolge der ungewohnten Atemverhältnisse am Apparat unruhig waren und hyperventilierten, konnten wir bei atmosphärischer Luft sowohl eine Erhöhung der RQ, als auch der Atemminutenvolumina und der Atemaequivalente nachweisen.

An Kranken mit endokrinen Störungen, im besonderen mit Thyreotoxikosen ließen sich Unterschiede der RQ, Atemminutenvolumina und Atemaequivalente im Sinne einer Steigerung bei atmospärischer Luft zeigen, und zwar waren die Erhöhungen in den Fällen, die anscheinend ohne eine deutlichere Herzinsuffizienz einhergingen, geringer. Dieselben Unterschiede fanden sich bei einigen Kranken mit Diabetes mellitus, Magenstörungen und Myxoedem.

Im Gegensatz zu den Beobachtungen an gesunden Personen stehen vor allen Dingen die Untersuchungen an Herzkranken, die in allen Fällen bei Atmung atmosphärischer Luft eine hochgradige Erhöhung der RQ, von manchmal über 0,3 aufweisen. Desgleichen zeigen die Atemminutenvolumina und die Atemaequivalente erhebliche Differenzen, während die Atemfrequenzen verhältnismäßig geringere Unterschiede aufweisen.

Es wird also bei der Luftatmung entweder zu wenig Sauerstoff aufgenommen, oder die Kohlensäureausscheidung hat zugenommen, oder es liegt eine Kombination beider Möglichkeiten vor. Zur Klärung dieser Frage sei auf frühere Arbeiten der Klinik (Syll a) verwiesen. Er fand, was auch in einigen diesbezüglichen Versuchen jetzt wieder gezeigt werden konnte, in Fällen von Kreislaufinsuffizienz mit Dyspnoe und Cyanose bei steigender O_2-Konzentration von zuerst 21%igem, dann 50%igem, 75%igem und zuletzt 100%igem Sauerstoff eine erhebliche Steigerung des O_2-Verbrauches. Es wurde daraus der Schluß gezogen, daß in Fällen mit Behinderung des Gasaustausches die atmende Fläche, die bei Herzkranken durch Stauungsvorgänge in den Lungen eingeengt ist, gerade noch genügt, um bei gesteigertem O_2-Partialdruck die nötige Menge Sauerstoff aufzunehmen, während bei Atmung atmosphärischer Luft, also wesentlich niedrigerem O_2-Partialdruck, die aufgenommene Sauerstoffmenge geringer ist. Dies führt ferner dazu, daß bei darniederliegendem Kreislauf bis zu 75% des im Blut enthaltenden Sauerstoffs ausgenutzt werden können. Das wird ermöglicht durch die verlangsamte Strömungsgeschwindigkeit. Nach Brugsch führt eine verminderte Arterialisation und Kohlensäureüberladung des Blutes wieder zu einer Reizung des Atemzentrums. Ob diese Reizung des Atemzentrums lediglich durch die Blutazidosis, also CO_2-Ueberladung des Blutes, zustande kommt, oder auch die O_2-Verminderung, also eine Anoxaemie, eine Rolle spielt, mag dahin gestellt bleiben.

Als Tatsache möchten wir hier nur besonders hervorheben, daß bei Herz- und Kreislaufkranken der RQ nach Atmung atmosphärischer Luft wesentlich höher liegt, als nach Atmung reinen Sauerstoffs. In den Fällen mit einem Sauerstoffdefizit, welches sich durch erhöhte O_2-Aufnahme bei Sauerstoffatmung bemerkbar macht, ist der Unterschied des RQ ohne Schwierigkeit zu erklären. Es wird in der Zeiteinheit bei Sauerstoffatmung wesentlich mehr O_2 aufgenommen. Diese Mehraufnahme kann nach Sylla bis zu 30% oder sogar darüber betragen. Dementsprechend muß der RQ niedriger liegen. Hinzu mag dann noch kommen, daß die Ueberventilation bei der Atmung atmosphärischer Luft zu vermehrter Kohlensäureabgabe führen, und so eine Erhöhung der RQ zustande kommen kann.

Beim Gesunden mit normaler Herz- und Kreislauffunktion reicht der mit der atmosphärischen Luft angebotene Sauerstoff augenscheinlich aus, d. h. der gesunde Organismus nimmt auch bei Atmung von reinem Sauerstoff nicht mehr O_2 auf, sodaß ein wesentlicher Unterschied im Verhalten der RQ-Werte beim Vergleich beider Versuche ausbleibt. Darin liegt die Bedeutung dieser Untersuchungen. Der gesunde Mensch atmet auch bei erhöhtem Sauerstoffangebot nicht anders als in der atmosphärischen Luft. Der intermediäre Stoffwechsel wird nicht beeinflußt, und damit ergeben sich auch keine Unterschiede im RQ, im Atemminutenvolumen, Atemaequivalent und in der Atemfrequenz. Treten aber bei sonst einwandfreier Atmung merkliche Verschiedenheiten dieser genannten Größen auf, so muß es sich um Behinderungen des Gasaustausches handeln, also entweder um Störungen von seiten des Kreislaufes oder der Lungen. Zu ähnlichen Ergebnissen führen natürlich auch Vergiftungen von außen oder von innen, die eine Azidose bzw. Alkalose des Blutes zur Folge haben. Liegen zentral bedingte Störungen vor, so kann man trotz Ueberventilation einen niedrigen RQ finden, wie Sylla an einem Fall von Aspirinvergiftung zeigen konnte. Auch Erkrankungen in der Gegend des Atemzentrums selbst können gelegentlich solche Erscheinungen hervorrufen.

Zusammenfassung:

Die Ergebnisse unserer Versuche sind also folgende:

1. Bei Kranken mit Herz-Kreislaufstörungen ließ sich ein erheblicher Unterschied sowohl der RQ, als auch der Atemminutenvolumina und der Atemaequivalente beim Vergleich der Atmung von atmosphärischer Luft und reinem Sauerstoff feststellen, während die Atemfrequenzen geringere Differenzen aufwiesen.
2. Bei innersekretorischen Störungen, wie Schilddrüsenüber- oder -unterfunktion, Zuckerkrankheit und in einigen Fällen von Magengeschwür, fanden sich ebenfalls deutliche Unterschiede, wenn auch geringere als bei Herz-Kreislaufstörungen.
3. Bei gesunden Versuchspersonen konnte eine wesentliche Verschiedenheit, weder der RQ, noch der Atemminutenvolumina, der Atemaequivalent und Atemfrequenzen, beim Vergleich beider Versuche nicht gefunden werden.

Zum Schluß meiner Ausführungen möchte ich an dieser Stelle Herrn Doz. Dr. med. A. Sylla für die Ueberlassung des Themas, sowie für die wertvolle Unterstützung und stete Förderung bei der Bearbeitung, meinen ergebensten Dank aussprechen.

Literatur.

Benedikt: Carney. Inst. Public. 77, 1907.
Bernstein und Falta: Verh. Dsch. Ges. inn. Med. 536, 1912.
Bierring: Der RQ und der Wirkungsgrad mäßiger Arbeit. Hdb. physiol. 5, 17—48, 1931.
Dautrebande: Der Gaswechesl in den Lungen und Geweben. Erg. inn. Med. 40, 421.
Dautrebande: Der Wert des RQ. Arch. des maladies de l'apper. dig. et des maladies de la nutrit. 16, 3. 273, 1926.
Fuchs, Roth: Zschr. f. exp. Path. u. Ther. 10, 187, 1912.
Galeotti: Traveaux de Labor. scient du Mont Rosa. Turin 1904.
Grafe: Zschr. f. phys. Chem. 65, 21, 1910.
Grafe: Path. Physiologie des Gestamtstoff- und Kraftwechsels bei der Ernährung des Menschen. München 1923.
Grafe: Dsch. Arch. f. kl. Med. 102, 15, 1911.
Jaquet u. Staechelin: Arch. f. exp. Path. und Pharm. 46, 274, 1900.
Knipping: Resp. Gaswechesl, Blutreaktion und Blutphosphorsäurespiegel bei geistiger Arbeit. Zschr. f. Biol. 77, H. 1/3, 165, 1922.
Krzywanek: Biochem. Zschr. 134, 45, 1923.
Lindstedt: Zschr. f. Fischerei, 14, 207, 1914.
Meyer, A. L. u. Du Bois: Arch. int. Med. 17, 965, 1916.
Mosso und Marro: Arch. ital. de biol. 39, 1902.
Murphy, Means: Arch. int. Med. 19, 890, 1917.
Rolly: Zschr. f. d. ges. exp. Med. 26, H. 1/2, 69, 1922.
Schloßmann, Murschhauser: Bioch. Zschr. 53, H. 4/5, 265, 99, 1913.
Sylla: Lungenstauung und Stauungslunge. Erg. inn. Med. 49, 139, 1935.
— Ueber das große Atemminutenvolumen, mit besonderer Berücksichtigung eines Falles von Aspirinvergiftung. Med. Klin. H. 10, 1935.
Waele: Stoffwechsel und RQ im Verlauf des Schocks. Arch. intern. physiol. 25, 1925.
Weinland-Riehl: Zschr. f. Biol. 50, 69, 1907.

Lebenslauf.

Am 13. VII. 1910 wurde ich, Hanna Luise Günther als Tochter des Tierarztes Karl Günther und seiner Ehefrau Elisabeth geb. Böttner in Merseburg geboren. Ich bin arischer Abstammung, deutscher Staatsangehörigkeit und evangelischen Bekenntnisses. Ostern 1917 kam ich auf das Städt. Lyzeum in Merseburg, das später zum Oberlyzeum aufgebaut wurde, und legte dort am 1. II. 1930 die Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1930 begann ich an der Hallischen Universität mit dem Studium der Medizin und bestand daselbst im Herbst 1932 die ärztliche Vorprüfung. Nach weiteren 6 klinischen Semestern in Halle beendete ich am 7. XII. 1935 mein Studium durch Ablegung der medizinischen Staatsprüfung. Seit Dezember 1935 bin ich an der medizinischen Universitätsklinik in Halle als Medizinalpraktikantin tätig.